

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-174403

(43)Date of publication of application : 26.06.1998

(51)Int.Cl.

H02K 23/32

H02K 3/28

H02K 23/04

(21)Application number : 08-333426

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 13.12.1996

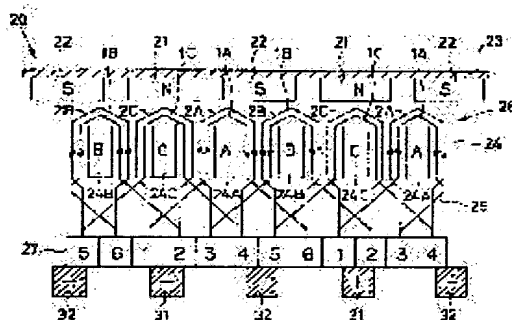
(72)Inventor : FUKUSHIMA AKIRA

## (54) DC MACHINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance improvements in lowering effect of armature torque ripple and the improving effect of commutator rectifying characteristics in a concentrated winding DC motor, which uses concentrated winding as the winding method of an armature coil.

**SOLUTION:** An armature coil 25, around which two types of armature coil groups 1A to 1C, 2A to 2C are wound concentrically for each slot, is wave-winding connected around six, twice as many as the number of slots, the first to sixth commutator segments 1 to 6. For example, the armature coil group 1A connected to the first commutator segment 1 is wound a plurality of times clockwise around the slot at the first teeth 24A, which is connected to the sixth commutator segment 6. The armature coil group 2B connected to the sixth commutator segment 6 is wound a plurality of times counterclockwise around the slot at the second teeth 24B, which is connected to a fifth commutator segment 5. The armature coil groups 1B, 1C, 2A and 2C are also connected, satisfying a wave-winding condition in the same way.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-174403

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H 0 2 K 23/32

3/28

23/04

補助記号

P 1

H 0 2 K 23/32

3/28

23/04

N

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平9-333428

(71) 出 願 人

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者

福島 明

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社

社デンソー内

(74) 代理人

弁護士 石黒 健二

(22) 出願日

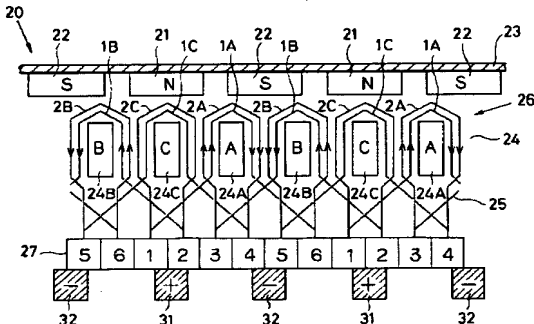
平成 8 年(1996) 12月13日

(54) 発明の名称 直流機

(57) 要約

【課題】 電機子コイル25の巻線法として集中巻を用いた集中巻直流電動機20において、電機子26のトルクアップの低減効果および巻流子27の巻流性の改善効果を更に向上する。

【解決手段】 1スロット毎に2種類の電機子コイル群1A～1C、2A～2Cを集中巻した電機子コイル25をスロット数の2倍の6個の第1～第6巻流子セグメント1～6に波巻接続した。例えば第1巻流子セグメント1に接続された電機子コイル群1Aは第1テース24A廻りのスロットに右回りに複数回巻かれて第6巻流子セグメント6に接続され、第6巻流子セグメント6に接続された電機子コイル群2Bは第2テース24B廻りのスロットに左回りに複数回巻かれて第5巻流子セグメント5に接続される。以下、電機子コイル群1B、1C、2A、2Cも、同様にして波巻条件を満たして接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数個の磁極を連結する線状と、前記複数個の磁極と相対回転運動を行う電機子と、この電機子への給電を行うブラシとを備えた直流機であって、前記電機子は、前記複数個の磁極と対向する側に、奇数個のスロットを有する電機子コアと、

前記スロットの個数の2倍以上で、且つ整数倍の個数の巻流子片を有し、表面に前記ブラシが相接する巻流子と、

前記スロット毎に1スロットピッチで集中巻され、前記スロットの個数よりも多い複数個の電機子コイル群からなり、前記巻流子に波巻接続される電機子コイルとを具備したことを特徴とする直流機。

【請求項2】 請求項1に記載の直流機において、

前記複数個の電機子コイル群は、前記巻流子片の個数と等しく分割されて接続されており、

前記電機子コイルに誘起される起電力ベクトルは、前記巻流子片の個数と等しい数の起電力ベクトルに分割されており、

前記複数個の起電力ベクトルの位相は略等分割され、前記複数個の起電力ベクトルの大きさは略同一であることを特徴とする直流機。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の直流機において、

前記電機子コイル群は、少なくとも1個のスロットに集中巻された電機子コイルからなり、あるいは第1のスロットに集中巻された第1の電機子コイル群と第2のスロットに集中巻され、第1の電機子コイル群と電氣的位相の近い第2の電機子コイル群とを連結して接続した電機子コイルからなることを特徴とする直流機。

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載の直流機において、

前記複数個の起電力ベクトルの電氣的位相差の相対誤差は-5%以上5%以下の範囲内にあり、前記複数個の起電力ベクトルの大きさの相対比は0.95以上1.05以下の範囲にあることを特徴とする直流機。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の直流機において、

スロット数をN、磁極数をMとしたとき、 $N = 2n + 1$  (但しnは2以上の整数)、 $M = N - 1$ 、または $M = N + 1$ の関係を満たすことを特徴とする直流機。

【請求項6】 請求項5に記載の直流機において、

前記複数個の磁極は、2個以上の第1磁極と、隣接する2個の第1磁極間に配設され、前記2個以上の第1磁極と極性が異なる2個以上の第2磁極とを具備し、前記2個以上の第1磁極の少なくと1個の第1磁極は、永久磁石により形成された永久磁石磁極であり、前記2個以上の第2磁極の少なくと1個の第2磁極

は、軟磁性材料により形成された軟磁性材磁極であることを特徴とする直流機。

【請求項7】 請求項6に記載の直流機において、前記軟磁性材磁極は、前記磁極の一部を前記電機子コア側へ突出するように変形加工してなる突条の磁極であることを特徴とする直流機。

【請求項8】 請求項7に記載の直流機において、

前記複数個の磁極のうち1個の磁極は、前記軟磁性材磁極に隣接すると共に、前記軟磁性材磁極と同一の極性の前記第2磁極の磁極部と、前記軟磁性材磁極と異なる極性の第1磁極の磁極部と、前記軟磁性材磁極部と前記磁極部との間に設けられ、着磁されない無着磁部とを同一の磁極部材により一体化したことを特徴とする直流機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば直流電動機または直流発電機等の直流機に関し、例えば約3V～24Vのバッテリーで駆動されるブラシ付小型直流モータに係わるものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、電機子コアの外周に設けられた複数個のスロットに1スロットピッチで電機子コイルを巻回 (以下集中巻と称する) した直流機 (以下、これを集中巻直流機と称する) は、電機子コイルのコイル端の短縮と電機子コイルの占積率の向上に有利であったが、電機子のトルクリップル (トルク変動) が大きく、しかも巻流子の巻流性が劣るという問題が生じていた。

【0003】 そこで、トルクリップルおよび巻流性の問題を解決することを目的として、例えば特開昭64-89944号公報に開示された直流電動機がある。この直流電動機は、4個の磁極と、スロット数が5個の電機子コアと、スロット数の3倍の15個の巻流子片を有する巻流子とを備えたもので、電機子コアの5個のスロットには重ね巻でも波巻でもない特殊な5相の電機子コイルが巻回されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記の特開昭64-89944号公報に開示された直流電動機 (従来の技術) では、重ね巻でも波巻でもない特殊な5相の電機子コイルを巻装しているため、電機子の5個の電機子コイルに誘起される起電力ベクトルがスロット数と同じ数の5個しか存在しない、このため、巻流子片の個数を増加した割には電機子のトルクリップルの低減効果および巻流性の改善効果が期待する程得られないという問題が生じている。

【0005】

【発明の目的】 本発明は、電機子コイルの巻線法として集中巻を用いた直流機において、電機子のトルクリップルの低減効果および巻流子の巻流性の改善効果を向上す

ることのできる直流機を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、奇数個のスロット毎に集中巻された複数個の電機子コイル群をスロットの整数倍の周数の整流子片と波巻接続することにより、電機子コイルに誘起される起電力ベクトルは、整流子片の周数が分割されて存在することになり、電機子のトルクリップルの低減効果および整流子の整流性の改善効果を向上できる。さらに、集中巻による付帯効果として、スロットピッチに上巻いた直流機に対し、電機子コイルのコイル端での電機子コイル間の交差が回避でき、電機子コイル間の電気的な絶縁が容易となり、直流機の低電圧機構を小さな変更で高電圧化できるという効果がある。

【0007】請求項2に記載の発明によれば、電機子コイルに誘起される起電力ベクトルが、整流子片の個数と等しい数の周数の起電力ベクトルに分割され、これらの起電力ベクトルの位相が等分分割されており、且つそれらの起電力ベクトルの大きさが略同一であることにより、電機子のトルクリップルの低減効果および整流子の整流性の改善効果を更に向上できる。

【0008】請求項3に記載の発明によれば、少なくとも1個のスロットに集中巻される電機子コイル群の巻数、あるいは第1の電機子コイル群が集中巻される第1のスロットと第2の電機子コイル群が集中巻される第2のスロットとの角度ピッチを決定することにより、電機子コイル群に誘起される起電力ベクトルの位相と大きさを調整する余地が広がるため、複数の起電力ベクトルの大きさが略等分分割され、且つそれらの起電力ベクトルの大きさを略同一にでき、電機子のトルクリップルの低減効果および整流子の整流性の改善効果を更に向上できる。

【0009】請求項4に記載の発明によれば、少なくとも1個のスロットに集中巻される電機子コイル群の巻数、あるいは第1の電機子コイル群が集中巻される第1のスロットと第2の電機子コイル群が集中巻される第2のスロットとのスロットピッチを適宜に選定し、電機子コイル群に誘起される起電力ベクトルの電気的位相差の相対偏差を $-5\%$ 以上 $5\%$ 以下の範囲内に設定し、起電力ベクトルの大きさの相対比を $0.95$ 以上 $1.05$ 以下の範囲内に設定することにより、電機子のトルクリップルの低減効果および整流子の整流性の改善効果を更に向上できる。

【0010】請求項5に記載の発明によれば、スロット数を $N$ 、磁極数を $M$ としたとき、 $N=2n+1$ （但し $n$ は2以上の整数）、 $M=N-1$ 、または $M=N+1$ の関係を満足するようにスロット数 $N$ と磁極数 $M$ とを適宜に選定することにより、スロット数 $N$ と磁極数 $M$ との関係が電機子起磁力を有効に利用できる組み合わせになるため、直流機の効率が向上し、小型化する上で有利になる。

【0011】請求項6に記載の発明によれば、2個以上の第1磁極の少なくとも1個の第1磁極は永久磁石磁極を利用し、2個以上の第2磁極の少なくとも1個の第2磁極は軟磁性材磁極を利用することにより、永久磁石の使用量を減らすことができ、製造コストを低減できる。また、直流機の小小型化のため、本発明からなる集中巻と多極化を組み合わせた場合、永久磁石の部品点数が増えることになるが、第2磁極を安価な軟磁性材としたことで、多極化による磁石コストの増加を相殺できる。

【0012】請求項7に記載の発明によれば、軟磁性材磁極として線鉄の一部を電機子コア側に変形加工した突条の磁極を用いることにより、特別な軟磁性材磁極を追加することなく、低コストで磁極を製造できる。また、軟磁性材磁極の端部を永久磁石の端部と当接させる位置決め部材として用いることにより位置決めが容易になり、製作工程を簡素化できる。

【0013】請求項8に記載の発明によれば、第2磁極の磁極残部と第1磁極の磁極端部との間に無着磁部を挟んで同一の磁極部材により一体化した磁極を、線鉄の一部を変形加工してなる軟磁性材磁極に接合させることにより、第2磁極の一部を安価な軟磁性材とし、永久磁石の部品点数および永久磁石の使用量を低減できる。これにより、直流機の性能を維持しつつ磁石コストを抑制できる。

【0014】

【発明の実施の形態】

第1実施例の構成 図1ないし図3は本発明の直流機を、最も簡潔な2極3スロット6セグメントの集中巻直流電動機に適用した第1実施例を示したもので、図1および図2は2極3スロット6セグメントの集中巻直流電動機の波巻の巻線図で、図3は電機子の逆起電力（電機子起電力）ベクトルを示した説明図である。

【0015】本実施例の集中巻直流電動機20は、2極3スロット6セグメントのブラシ付小型直流モータである。図1示さない固定部材に固定された後記する界磁装置と、この界磁装置の内側で回転自在に支持され、導電性磁極を軸方向に傾倒した積層コアである電機子コア（電機子鉄心とも言う）24、およびこの電機子コア24の外周に形成された複数個（本例では3個）のスロットに巻回された電機子コイル（電機子巻線とも言う）25を有する電機子（アーマチャとも言う）26と、互いに電気的に絶縁された複数個（本例では6個）の第1～第6整流子セグメント（整流子片に相当する）1～6よりなる整流子27と、この整流子27の表面に接触し電氣的に接続する2個の正極側、負極側ブラシ31、32とから構成されている。

【0016】界磁装置は、略円弧形状の断面を有する2個のN極、S極磁極21、22、および内周面に2個のN極、S極磁極21、22を接着剤等により固定すると共に、磁気回路の一部を形成するヨーク（線鉄に相当す

る）23を有している。N極磁極21は磁極弧がN極に着磁された永久磁石（例えばフェライト磁石）磁極であり、S極磁極22は磁極弧がS極に着磁された永久磁石（例えばフェライト磁石）磁極であり、ヨーク23は例えば鉄等の軟磁性材料により円筒形状に形成されている。また、電機子26の電機子コア24の外周には、3個の第1～第3ティース（外格側突出部）24A～24CがN極、S極磁極21、22側に突出するように形成されている。

【0017】本実施例の電機子コイル25は、隣設する2個のティース間に形成される1スロット毎に2組（2個）の電機子コイル群を集中巻したコイルで、整流子27に波巻接続されている。ここで、2個の電機子コイル群1A、2Aは1個の第1ティース24Aの廻りのスロットに集中巻されたコイルで、2個の電機子コイル群1B、2Bは1個の第2ティース24Bの廻りのスロットに集中巻されたコイルで、2個の電機子コイル群1C、2Cは1個の第3ティース24Cの廻りのスロットに集中巻されたコイルである。

【0018】本実施例は、図1の巻線図（展開図）に示したように、スロット毎に集中巻した6個の電機子コイル群をスロット数の2倍の6個の第1～第6整流子セグメント1～6に波巻接続したものであり、6個の電機子コイル群1A～1C、2A～2Cの巻線は、図示のように右回り走行、左走行の波巻となっている。

【0019】先ず、第1整流子セグメント1に接続された電機子コイル群1Aは、第1ティース24A廻りのスロットに右回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれて、第6整流子セグメント6に接続される。すなわち、電機子コイル群1Aの合成ピッチは5（セグメント）で、全セグメント数（6）－1であり、波巻条件を満たして接続されている。

【0020】そして、第6整流子セグメント6に接続された電機子コイル群2Bは、第2ティース24B廻りのスロットに左回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれ、第5整流子セグメント5に接続される。この電機子コイル群2Bの合成ピッチは、一見1（セグメント）のようにも見え、5（セグメント）と等価であり、上と同様に、波巻条件を満たしている。

【0021】そして、第5整流子セグメント5に接続された電機子コイル群1Cは、第3ティース24C廻りのスロットに右回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれ、第4整流子セグメント4に接続される。この電機子コイル群1Cの合成ピッチも、5（セグメント）と等価であり、上と同様に、波巻条件を満たしている。

【0022】そして、第4整流子セグメント4に接続された電機子コイル群2Aは、第1ティース24A廻りのスロットに左回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれて、第3整流子セグメント3に接続される。

この電機子コイル群2Aの合成ピッチも、5（セグメント）と等価であり、上と同様に、波巻条件を満たしている。

【0023】そして、第3整流子セグメント3に接続された電機子コイル群1Bは、第2ティース24B廻りのスロットに右回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれ、第2整流子セグメント2に接続される。この電機子コイル群1Bの合成ピッチも、5（セグメント）と等価であり、上と同様に、波巻条件を満たしている。

【0024】そして、第2整流子セグメント2に接続された電機子コイル群2Cは、第3ティース24C廻りのスロットに左回りに複数回（ $n$ 回；例えば10回～20回）巻かれ、第1整流子セグメント1に接続される。この電機子コイル群2Cの合成ピッチも、5（セグメント）と等価であり、上と同様に、波巻条件を満たしている。

【0025】（第1実施例の作用および効果）次に、集中巻直流電動機20として動作させる場合の電機子コイル25に流れる電流、および電機子コイル25に誘起される起電力ベクトルの状態について図1ないし図3に基づいて説明する。

【0026】最初に、電機子コイル25に流れる電流の経路を図1の波巻の巻線図（展開図）に基づいて説明する。先ず、電流の第1の経路は、図1中に矢印で示したように、図示しない直流電源の正極側に接続された正極側ブラシ31と接触する第1整流子セグメント1から電機子コイル群1Aを右回りに巻数回（ $n$ 回）流れて第6整流子セグメント6に至り、この第6整流子セグメント6から電機子コイル群2Bを左回りに巻数回（ $n$ 回）流れて第5整流子セグメント5に至り、この第5整流子セグメント5から負極側ブラシ32を通して図示しない直流電源の負極側に至る電流経路である。

【0027】また、電流の第2の経路は、図1中に矢印で示したように、正極側ブラシ31と接触する第2整流子セグメント2から電機子コイル群1Bを左回りに巻数回（ $n$ 回）流れて第3整流子セグメント3に至り、この第3整流子セグメント3から電機子コイル群2Aを右回りに巻数回（ $n$ 回）流れて第4整流子セグメント4に至り、この第4整流子セグメント4から負極側ブラシ32に至る電流経路である。

【0028】なお、N極磁極21の中央に位置する第3ティース24C廻りに $n$ 回巻かれた電機子コイル群1C、2Cは、整流子27を介して各々正極側ブラシ31および負極側ブラシ32にて短絡されており、電流の流れる方向を反転させる整流作用を行う整流期間となっている。

【0029】次に、図1に対し電機子26が1セグメント分回転した場合の電機子コイル25に流れる電流の経路を図2の波巻の巻線図（展開図）に基づいて説明す

る。先ず、電流の第1の経路は、図2中に矢印で示したように、正極側トランス3.1と接触する第2整流子セグメント2から電機子コイル群2.Cを左回りに流れて第1整流子セグメント1に至り、この第1整流子セグメント1から電機子コイル群1.Aを右回りに流れて第6整流子セグメント6に至り、この第6整流子セグメント6から負極側トランス3.2に至る電流経路である。

【0030】また、電流の第2の経路は、図2中に矢印で示したように、正極側トランス3.1と接触する第3整流子セグメント3から電機子コイル群2.Aを右回りに流れて第4整流子セグメント4に至り、この第4整流子セグメント4から電機子コイル群1.Cを左回りに流れて第5整流子セグメント5に至り、この第5整流子セグメント5から負極側トランス3.2に至る電流経路である。

【0031】なお、S極磁極2.2の中央に位置する第2テークス2.4廻りにn回巻かれた電機子コイル群1.B、2.Bは、整流子2.7を介して各々正極側トランス3.1および負極側トランス3.2にて短絡されており、電流の流れる方向を反転させる整流作用を行う整流期間となっている。

【0032】以上のことから、電機子巻線法として故障を利用した集中巻直流電動機2.0は、電機子2.6の回転位置に関わらず、N極、S極磁極2.1、2.2の中央に位置するテークス廻りに巻かれた電機子コイル2.5が整流期間となっており、逆起電力の小さな電機子コイル2.5が整流される結果、少ない個数のテークスに集中巻いても、良好な整流作用を行うことができる。

【0033】次に、集中巻直流電動機2.0が作動している場合の電機子コイルに誘起される逆起電力（電機子起磁力）ベクトルの状態を図3に基づいて説明する。図3中の起電力ベクトルA、B、Cは、電機子コイル群1.A、1.B、1.Cに左回り方向に発生する逆起電力（図面斜直下向き）の電機子起磁力に対抗）を表し、ベクトル図の中心Oから遠ざかる方向を正方向としている。他方、図3中の起電力ベクトル-A、-B、-Cは、電機子コイル群2.A、2.B、2.Cに右回り方向に発生する逆起電力（図面斜直上向き）の電機子起磁力に対抗）を表し、同じくベクトル図の中心Oから遠ざかる方向を正方向としている。

【0034】前述の図1に対抗する合成逆起電力（電機子起磁力）は、図3中に一点鎖線のベクトルで表すことができ、電機子コイル群1.Aの成分Aと電機子コイル群2.Bの成分-B、および電機子コイル群2.Cの成分-Cとを合成し、電機子コイル群2.Bの成分-Bとの合成値＝2（A-B）である。また、前述の図2に対応する合成逆起電力（電機子起磁力）も、図3中に一点鎖線のベクトルで表すことができ、電機子コイル群1.Aの成分Aと電機子コイル群1.Cの成分-C、および電機子コイル群2.Aの成分-C（-A）と電機子コイル群2.Cの成分-Cとの合成値＝2（A-C）である。さらに、図2に対し

電機子2.6が1セグメント分回転した場合の合成逆起電力（電機子起磁力）も、図3中に一点鎖線のベクトルで表すことができ、電機子コイル群1.Bの成分Bと電機子コイル群1.Cの成分-C、および電機子コイル群2.Bの成分-（-B）と電機子コイル群2.Cの成分-Cとの合成値＝2（B-C）である。

【0035】以上のように、合成逆起電力（電機子起磁力）は、各電機子コイル群の成分から効率良く合成され、電機子2.6が1セグメント分（電気角60°）回転すると合成逆起電力（電機子起磁力）ベクトルは同じ大きさで、電機子2.6の回転方向と逆方向へ60°電気角だけ回転する。すなわち、合成逆起電力（電機子起磁力）ベクトルは、セグメント数だけ等分割されており、図1および図2で説明したように、N極、S極磁極2.1、2.2の中央に位置するスロットに巻かれた逆起電力の小さな電機子コイル群を整流でき、良好な整流が可能となる。

【0036】また、電機子2.6の起磁力ベクトルの大きさは、各電機子コイル群の巻数を何れもn（例えば10～20）回に設定したので等価であり、電機子2.6の一回転で、電機子起磁力の合成ベクトルの軌跡は図3中に破線で示すような正六角形となり、トルクリップルの比較的小さい滑らかな回転となる。

【0037】次に、本実施例の比較例として用いた2極3スロット6セグメント重巻直流電動機3.0を図4の重巻巻の巻線図（展開図）に基づいて説明する。この重巻直流電動機3.0の電機子2.6の場合、図4に示したように、スロット毎に集中巻した2個の電機子コイル群1.A～1.C、2.A～2.Cをスロットの個数の2倍の6個の第1～第6整流子セグメント1～6に接続した右回り走行、右進行の重巻巻となっている。

【0038】例えば第1整流子セグメント1に繋がった電機子コイル群1.Cは、第3テークス2.4C廻りのスロットに右回りに複数回（n回）巻かれて第2整流子セグメント2に接続される。続いて、第2整流子セグメント2から電機子コイル群2.Cは、第3テークス2.4C廻りのスロットに右回りに複数回（n回）巻かれて第3整流子セグメント3に接続される。すなわち、電機子コイル群1.C、2.Cの合成ピッチは1（セグメント）であり、重巻巻条件を満たして接続されている。以下、同様にして、残りの電機子コイル群1.A、1.B、2.A、2.Bが重巻巻条件を満たして巻かれている。

【0039】次に、重巻巻直流電動機3.0として作動させる場合の電機子コイル2.5に流れる電流の状態について図4に基づいて簡単に説明する。先ず、電流の第1の経路は、図4中に矢印で示したように、正極側トランス3.1と接触する第2整流子セグメント2から電機子コイル群2.Cを右回りに巻数回（n回）流れて第3整流子セグメント3に至り、この第3整流子セグメント3から電機子コイル群1.Aを右回りに巻数回（n回）流れて第4整

流子セグメント4に至り、この第4整流子セグメント4から負極側トランス3.2に至る電流経路である。

【0040】また、電流の第2の経路は、図4中に矢印で示したように、正極側トランス3.1と接触する第1整流子セグメント1から電機子コイル群2.Bを左回りに巻数回（n回）流れて第6整流子セグメント6に至り、この第6整流子セグメント6から電機子コイル群1.Bを左回りに巻数回（n回）流れて第5整流子セグメント5に至り、この第5整流子セグメント5から負極側トランス3.2に至る電流経路である。

【0041】なお、図4中、N極磁極2.1の右側に位置する第3テークス2.4C廻りの電機子コイル群1.Cは、整流子2.7を介して正極側トランス3.1にて短絡されており、整流期間となっている。また、図4中、S極磁極2.2の左側に位置する第1テークス2.4A廻りの電機子コイル群2.Aは、整流子2.7を介して負極側トランス3.2にて短絡されており、整流期間となっている。

【0042】以上のように、本実施例と同じ2極3スロット6セグメントでも比較例のように重巻直流電動機3.0の場合、N極、S極磁極2.1、2.2の中央から左右に外れた位置のスロットに巻かれた電機子コイル2.5が、整流期間となっており、本実施例で用いた集中巻巻に対し逆起電力の大きな電機子コイル2.5が整流される。この結果、スロットに集中巻した場合、例えばセグメント数を何れやしても原理的に良好な整流が困難であることが分かる。

【0043】【第2実施例】図5ないし図8は本発明の直流機を、4極5スロット15セグメントの集中巻直流電動機に適用した第2実施例を示したので、図5は集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図で、図6は集中巻直流電動機の巻線図で、図7は電機子の逆起電力（電機子起磁力）ベクトルを示した説明図である。

【0044】集中巻直流電動機2.0の電機子2.6は、回転中心に設けたシャフト2.9の外周に圧入された扇形コアダである電機子コア2.4と、この電機子コア2.4の外周に形成された5個の第1～第5テークス2.4A～2.4Eと、各テークス毎に集中巻された複数個の電機子コイル群1.A～5.A、1.B～5.B、1.C～5.C、1.D～5.D、1.E～5.Eと、シャフト2.9の外周に圧入された整流子2.7とから構成されている。この整流子2.7は、互いに絶縁されており、それぞれが電機子コイル群に電気的に接続されている15個の第1～第15整流子セグメント1～15を用筒形に組み立てて、その表面を2個の正極側、負極側トランス3.1、3.2（図6参照）が相接する。

【0045】また、集中巻直流電動機2.0は、図5に示したように、電機子2.6の外周に空腔を介して2個のN極磁極3.3、3.4と2個のS極磁極3.5、3.6を対向に配設され、これらのN極、S極磁極3.3～3.6を外側から固定し、磁気回路の一部を形成するヨック2.3が配設されている。なお、図5ではトランスは省略した。そし

て、2個のN極磁極3.3、3.4の磁極頭はN極に著磁されており、2個のS極磁極3.5、3.6の磁極頭はS極に着磁されている。

【0046】本実施例は、図6の巻線図（展開図）に示したように、スロット毎に集中巻した5個の電機子コイル群をスロット数の3倍の15個の第1～第15整流子セグメント1～15に波巻接続したものであり、巻線は、図示のように右回り走行、左進行の波巻となっている。

【0047】ここで、5個の電機子コイル群1.A～5.Aは第1テークス2.4Aの廻りに集中巻されたコイルで、5個の電機子コイル群1.B～5.Bは第2テークス2.4Bの廻りに集中巻されたコイルで、5個の電機子コイル群1.C～5.Cは第3テークス2.4Cの廻りに集中巻されたコイルで、5個の電機子コイル群1.D～5.Dは第4テークス2.4Dの廻りに集中巻されたコイルで、5個の電機子コイル群1.E～5.Eは第5テークス2.4Eの廻りに集中巻されたコイルである。

【0048】例えば第1整流子セグメント1に繋がると逆の電機子コイル群を図6中、太線で区別して説明する。第1整流子セグメント1に繋がった電機子コイル群1.Aは、第1テークス2.4A廻りのスロットに右回りに複数回（n1回）巻かれて、第8整流子セグメント8に接続される。すなわち、電機子コイル群1.Aの合成ピッチは7（セグメント）で、下記の数1の式の巻巻条件を満たして接続されている。

【数1】合成ピッチ（7）×極対数（2）＝全セグメント数（15）－1

【0049】続いて、第8整流子セグメント8に繋がった電機子コイル群2.Aは、第1テークス2.4A廻りのスロットに右回りに複数回（n2回）巻かれ、第2テークス2.4Bを迂回し、電機子コイル群3.Cが第3テークス2.4C廻りのスロットに右回りに複数回（n3回）巻かれ、第15整流子セグメント15に接続される。これらの電機子コイル群2.Aおよび電機子コイル群3.Cからなる電機子コイル群の合成ピッチは同じく、7（セグメント）であり、上と同様に波巻条件を満たしている。

【0050】続いて、第15整流子セグメント15に繋がった電機子コイル群4.Aは、第1テークス2.4A廻りのスロットに右回りに複数回（n3回）巻かれ、第2テークス2.4Bを迂回し、電機子コイル群5.Cが第3テークス2.4C廻りのスロットに右回りに複数回（n2回）巻かれ、第7整流子セグメント7に接続される。これらの電機子コイル群4.Aおよび電機子コイル群5.Cからなる電機子コイル群の合成ピッチは同じく、7（セグメント）であり、上と同様に波巻条件を満たしている。図6中の太線以外の残りの電機子コイル群も同様にして、波巻条件を満たして巻かれている。

【0051】次に、集中巻直流電動機2.0として作動させる場合の電機子コイルに流れる電流の状態について図

6に基づいて説明する。まず、電流の第1の経路は、図6中に矢印で示したように、図示しない直流電源の正極側に接続された正極側ブラシ31と接触する第1整流子セグメント1から電機子コイル群1Aを右回りに巻数(n1)回)流れて第8整流子セグメント8に至り、この第8整流子セグメント8から電機子コイル群2Aを右回りに巻数(n2)回)流れて、第2ティース24Bを迂回し、電機子コイル群3Cを右回りに巻数(n3)回)流れて第15整流子セグメント15に至る。

【0052】そして、この第15整流子セグメント15から電機子コイル群4Aを右回りに巻数(n3)回)流れて、第2ティース24Bを迂回し、電機子コイル群5Cを右回りに巻数(n2)回)流れて第7整流子セグメント7に至る。そして、この第7整流子セグメント7から電機子コイル群1Cを右回りに巻数(n1)回)流れて第14整流子セグメント14に至り、この第14整流子セグメント14から電機子コイル群2Cを右回りに巻数(n2)回)流れて、第4ティース24Dを迂回し、電機子コイル群3Eを右回りに巻数(n3)回)流れて、第6整流子セグメント6から負極側ブラシ32を通過して、直流電源の負極側に至る電流経路である。

【0053】また、電流の第2の経路は、図6中に矢印で示したように、正極側ブラシ31と接触する第2整流子セグメント2から電機子コイル群1Dを左回りに巻数(n1)回)流れて第10整流子セグメント10に至り、この第10整流子セグメント10から電機子コイル群5Dを左回りに巻数(n2)回)流れて、第3ティース24Cを迂回し、電機子コイル群4Bを左回りに巻数(n3)回)流れて第3整流子セグメント3に至る。そして、この第3整流子セグメント3から電機子コイル群3Dを左回りに巻数(n3)回)流れて、第3ティース24Cを迂回し、電機子コイル群2Bを左回りに巻数(n2)回)流れて第11整流子セグメント11に至る。

【0054】そして、この第11整流子セグメント11から電機子コイル群1Bを左回りに巻数(n1)回)流れて第4整流子セグメント4に至り、この第4整流子セグメント4から電機子コイル群5Bを左回りに巻数(n2)回)流れて、第1ティース24Aを迂回し、電機子コイル群4Eを左回りに巻数(n3)回)流れて第12整流子セグメント12に至る。そして、この第12整流子セグメント12から電機子コイル群3Bを左回りに巻数(n3)回)流れて、第1ティース24Aを迂回し、電機子コイル群2Eを左回りに巻数(n2)回)流れて第5整流子セグメント5から負極側ブラシ32に至る電流経路である。

【0055】また、電機子コイル群の巻数 $n1 \sim n3$ は、図7を用いて後述する理由により下記の数2の式の関係となっている。

【数2】 $n1 : n2 : n3 = 3 : 2 : 1$

【0056】なお、図6中の電流の流れ方向を表す矢印

は、電機子コイル群の巻数の関係に対応させて、3個、2回、1回の矢印で区別した。また、N極磁極33の中央に位置する第5ティース24E回りの電機子コイル群1E、5Eは、電流が27および電機子コイル群4Cを介して負極側ブラシ32にて短絡されており、電流期間となっている。

【0057】以上のように、本実施例の電機子巻線法によれば、第1実施例と同じように、磁極中央に位置するティースの電機子コイル群が、電流期間となっており、逆起電力の小さな電機子コイルが整流される結果、ティースに集中巻いても良好な整流が可能となる。一方、正極側ブラシ31にて短絡され、電流期間にある電機子コイル群5A、4D、3A、2Dは、何れも第5ティース24Eに隣接する第1、第4ティース24A、24D回りに少ない巻数 $n2$ 、 $n3$ で巻かれているため、比較的に逆起電力も小さく、良好な整流が可能である。

【0058】次に、集中巻直流電動機30が作動している場合の電機子コイルに誘起される電機子起電力ベクトルの状態を図7に示す。図7中の起電力ベクトルA、B、C、D、Eは、各々、前述した電機子コイル群1A、1B、1C、1D、1Eに右回りに巻数(n1)回)流れる電流によって生じる紙面斜直下向きに電機子起電力を表し、ベクトル図中心から遠ざかる方向を正方向としている。また、起電力ベクトル間の位相差は機械角で約 $2\pi/5$ である。一方、添字を付した起電力ベクトルA1～E3は、後述するように2個の電機子コイル群により生じる電機子起電力の合成値を表しており、以下に起電力ベクトルA3と起電力ベクトルB1を例にして説明する。

【0059】起電力ベクトルA3は、第1ティース(第1のスロットに相当する)24Aに集中巻かれた電機子コイル群(第1の電機子コイル群に相当する)3Aに右回りに巻数(n3)回)流れる電流によって生じる紙面斜直下向きに起電力成分 $a2$ と、第2ティース(第2のスロットに相当する)24Bに集中巻かれた電機子コイル群(第2の電機子コイル群に相当する)2Dに右回りに巻数(n2)回)流れる電流によって生じる紙面斜直下向きに起電力成分 $d1$ の合成値であり、起電力ベクトルA3の大きさは後述する理由により起電力ベクトルA3と位相差は機械角で約 $2\pi/15$ である。

【0060】一方、起電力ベクトルB1は、第2ティース(第1のスロットに相当する)24Bに集中巻かれた電機子コイル群(第1の電機子コイル群に相当する)4Bに右回りに巻数(n3)回)流れる電流によって生じる紙面斜直下向きに起電力成分 $b3$ と、第4ティース(第2のスロットに相当する)24Dに集中巻かれた電機子コイル群(第2の電機子コイル群に相当する)5Dに右回りに巻数(n2)回)流れる電流によって生じる紙面斜直下向きに起電力成分 $d4$ の合成値であり、同様

の理由により、起電力ベクトルB1の大きさは起電力ベクトルA、Bと略同一であり、起電力ベクトルBと起電力ベクトルB1との位相差は機械角で約 $2\pi/15$ である。以上により起電力ベクトルA3と起電力ベクトルB1とは、起電力ベクトルA、B間を均等に3分割していることが分かる。また、起電力ベクトルA3と起電力ベクトルB1もベクトル図中心Oから遠ざかる方向を正方向としている。

【0061】さて、起電力ベクトルA3の大きさは、ベクトル成分 $a2$ 、 $d1$ の大きさが巻数比の関係から各々、下記の数3の式の関係にあること、

【数3】 $|a2| = |A|/3$

$|d1| = |A| \times 2/3$

さらに、ベクトル成分 $a2$ 、 $d1$ のなす角が $\pi - \pi/5$ であることに着目すると、余弦定理により下記の数4の式のように求まる。

【0062】

【数4】 $|A3| = 0.957 \times |A|$

他の起電力ベクトルも同様であり、したがって起電力ベクトルA1～E3および起電力ベクトルA～Eの大きさの相対比を $0.95 \sim 1.05$ の範囲内に収めることができる。

【0063】また、起電力ベクトルAと起電力ベクトルA3のなす角 $\theta$ は、以下のように求められる。起電力ベクトルA3とベクトル成分 $d1$ のなす角を $\alpha$ とし、起電力ベクトルA3、ベクトル成分 $d1$ とベクトル成分 $a2$ からなる三角形に正弦定理を適用することにより、前記 $\alpha$ 下記の数5の式のように求まる。

【0064】

【数5】 $\alpha = 11.8 \text{ deg}$

これより、起電力ベクトルAと起電力ベクトルA3のなす角 $\theta$ は、下記の数6の式の式のように求まる。

【0065】

【数6】 $\theta = \pi/5 - \alpha = 24.2 \text{ deg}$

他の起電力ベクトルも同様であり、 $360^\circ$ を15分割した角度( $24 \text{ deg}$ )の対する相対偏差は $-1\% \sim 1\%$ の範囲内に収めることができる。

【0066】以上のように、電機子コイル群の巻数と電機子コイルを巻くスロットの角度 $\beta$ を所定の関係を満たすように選定することにより、1個のスロットに集中巻かれた起電力ベクトルA～E、および第1のスロットに集中巻かれた第1の電機子コイル群と第2のスロットに集中巻かれた第2の電機子コイル群とを比べて、および角度の相対偏差を所定範囲内に収めることができる。そのため、電機子26の一回転で、起電力ベクトルの軌跡は、略正15角形となり、トルクリップルの少ない滑らかな回転が可能になる。

【0067】なお、以上の説明は、図7に基づき機械的ベクトルの観点から説明したが、電気的位相は磁極が4(2極対)のため電気的に2倍にされる作用と、本実施例の電機子コイル25が奇数セグメントに波巻線された、起電力ベクトルA～E、A1～E3が $360^\circ$ を奇数(15)分割していることから電気的に2分割される作用とが相殺され、前記起電力ベクトル間の電気的位相角度(電気的位相角)は $120^\circ$ であり、以上の説明は電気的でも成立する。

【0068】次に、図8の巻線模式図を用いて電機子コイル群の電機子コア24への配線方法について説明する。図8中の四角で囲んだ部分は、電機子コイル群の断面を模式的に表しており、以下に第1ティース24A廻りに巻かれている電機子コイル群1A～5Aを例にして説明する。

【0069】第1ティース24A廻りのスロットに $n1$ 回(例えば12回)集中巻かれた電機子コイル群1Aの下部に電機子コイル群3A、4Aが $n3$ 回(例えば4回)集中巻かれて配線されており、さらに電機子コイル群1A、3A、4Aの外側に電機子コイル群2A、5Aが $n2$ 回(例えば8回)集中巻かれて配線されている。また、図8中では省略したが、各電機子コイル群と電機子コア24との間には、絶縁紙や樹脂粉体被膜がなる絶縁部材を介装する等の処理が施されている。

【0070】以上のように、1個のティースに合計5種類の電機子コイル群が巻かれており、第1の電機子コイル群1Aは起電力ベクトルAを受け持ち、第2の電機子コイル群2Aは起電力ベクトルCの一部(図7中のベクトル成分 $a1$ )を受け持ち、第3の電機子コイル群3Aは起電力ベクトルA3の一部(図7中のベクトル成分 $a2$ )を受け持ち、第4の電機子コイル群4Aは起電力ベクトルA1の一部(図7中のベクトル成分 $a3$ )を受け持ち、第5の電機子コイル群5Aは起電力ベクトルDの一部(図7中のベクトル成分 $a4$ )を受け持っている。

【0071】次に、起電力ベクトルを1ティース当たりどのようにして3分割しているかを起電力ベクトルA、A1、A3に対応させて説明する。まず、起電力ベクトルAは、上述の通り、1個の第1ティース24Aに集中巻した電機子コイル群1Aが受け持つ。そして、起電力ベクトルA1は、第1ティース24Aに巻いた電機子コイル群4A(図7中のベクトル成分 $a3$ )と第3ティース24Cに2回巻いた電機子コイル群5C(図7中のベクトル成分 $a4$ )が受け持つ。

【0072】そして、起電力ベクトルA3は、第1ティース24Aに巻いた電機子コイル群3A(図7中のベクトル成分 $a2$ )と第4ティース24Dに $n2$ 回巻いた電機子コイル群2D(図7中のベクトル成分 $d1$ )が受け持つ。以上のように区分けした電機子コイル群の中で起電力ベクトルを合成するのに適した角度位置にある(電気的位相の近い)電機子コイル群を所定の巻数ずつ連結

することにより、1テース当たり3つの起磁カベクトルに分割している。

【0073】なお、本実施例では、1テース当たり3個の起磁カベクトルに分割しているが、同じような手法により、1テース当たり4個以上の起磁カベクトルにも分割することができ、磁極数とスロット（テース）数が決められていた時、波巻条件に合致するようにベクトル分割数、すなわち、セグメント分割数を決定することにより、種々の条件の直流機に本実施例の電機子巻線法を用いた電機子コイルが適用できる。

【0074】（第3実施例）図9は本発明の直流機を、4極5スロット15セグメントの集中巻直流電動機に適用した第3実施例を示したもので、図9は集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図である。

【0075】本実施例の集中巻直流電動機20の界磁装置は、電機子26の外周に空隙を介して配設された2個のN極磁板（第1磁板に相当する）33、34と2個のS極磁板（第2磁板に相当する）41、42と、これらのN極、S極磁板33、34、41、42を外側から接着剤等により固定する円筒形状のヨーク23とを有している。なお、2個のN極磁板33、34には、例えばフエライト磁石等の永久磁石材料により製作した、円弧形状の断面を有する永久磁石磁板が利用されている。2個のS極磁板41、42には、例えば鉄等の磁性材料により製作した、円弧形状の断面を有する磁性材料磁板が利用されている。

【0076】したがって、本実施例の集中巻直流電動機20の界磁装置は、第2実施例に対して永久磁石の使用量を半分に減らすことができるので、コスト面が有利になり、界磁装置の製造コストを低減することができる。また、直流機の小型化のため、本発明からなる集中巻と多極化とを組み合わせた場合には、永久磁石の部品点数が増えることになり、N極磁板またはS極磁板のうちの一方の片側磁板を安価な軟磁性材料磁板とすることにより、多極化による磁石コストの増加を相殺できる。

【0077】（第4実施例）図10は本発明の直流機を、4極5スロット15セグメントの集中巻直流電動機に適用した第4実施例を示したもので、図10は集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図である。

【0078】本実施例の集中巻直流電動機20の界磁装置では、軟磁性材料磁板として、軟磁性材料（例えば鉄）よりなるヨーク23の対向する2箇所を内径側（電機子26側）に突出するようにプレス成形等により変形加工した突条のS極磁板（第2磁板に相当する）43、44を利用している。また、S極磁板43、44の磁極弧の両端面には、ヨーク23より内径側（電機子26側）に突出するように垂下された立壁部45、46が形成されている。

【0079】したがって、本実施例の集中巻直流電動機20の界磁装置は、S極磁板43、44がヨーク23と

一体成形されているので、第3実施例のように、ヨーク23に対して別途設けられた特別なS極磁板41、42をヨーク23の内周面に組み付ける組付作業が不要になり、界磁装置の製造コストを更に低減することができる。また、ヨーク23からS極磁板43、44に連なる立壁部45、46の形状を図10に示した形状にすれば、ヨーク23の幅幅を小さくでき、一般に幅幅が小さい2極小型直流モータの形状に近付けることができる。これにより、2極小型直流モータと4極の集中巻直流電動機20との取付互換性を持たせることも可能である。

【0080】（第5実施例）図11は本発明の直流機を、4極5スロット15セグメントの集中巻直流電動機に適用した第5実施例を示したもので、図11は集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図である。

【0081】本実施例の集中巻直流電動機20の界磁装置は、両端面に立壁部50、51が設けられた2個の軟磁性材料S極磁板（軟磁性材料磁板に相当する）52、53と、これらの軟磁性材料S極磁板52、53の立壁部50、51に隣接する2個のS極着磁部（第2磁板の磁極弧段部に相当）54、55と、軟磁性材料S極磁板52、53と異なる磁性の2個のN極着磁部（第1磁板の磁極弧部に相当）56、57と、S極着磁部54、55とN極着磁部56、57との間に配設され、着磁されない無着磁部58、59とを備えている。

【0082】そして、本実施例では、S極着磁部54、55とN極着磁部56、57との間に無着磁部58、59を挟んで同一磁極部材（樹脂または焼結材）により一体化することにより、軟磁性材料S極磁板52、53の立壁部50、51に隣接する永久磁石磁板61、62を構成している。永久磁石磁板61、62を1個の板状にて説明すると、永久磁石磁板61はN極着磁部56、無着磁部58、S極着磁部54の順に同一磁極部材を2極に着磁形成したものである。

【0083】また、図示のようにS極着磁部54、55の磁極弧は、N極着磁部56、57の磁極弧の約半分となっており、電機子起磁力による減磁側の磁束をS極着磁部54、55が受け持っている。一方、電機子起磁力による増磁側の磁束を軟磁性材料S極磁板52、53が受け持っている。

【0084】本実施例によれば、第3、第4実施例に比べて、増磁側を軟磁性材料S極磁板52、53が受け持ち、減磁側の磁束をS極着磁部54、55に受け持たせる磁極構成としたことにより、集中巻直流電動機20のモータ性能を維持しつつ、磁石コストを抑制できる。また、軟磁性材料S極磁板52、53の立壁部50、51の端面を永久磁石磁板61、62の端面を当接させる位置決め部材として用いるので、永久磁石磁板61、62の位置決めが容易となり、界磁装置の製作工程を簡素化できる効果もある。

【0085】（他の実施例）以上、磁極数＝2、スロット数＝3の集中巻直流電動機20の場合を第1実施例で、磁極数＝4、スロット数＝5の集中巻直流電動機20の場合を第2～第5実施例で説明したが、これ以外の組合せも可能であり、以下に有効な磁極数M、スロット（テース）数Nの組合せ実施例を説明する。

【0086】磁極の磁束をどれだけ有効利用できるかは、交流機の短巻巻係数と分布巻係数の両方の考え方で本発明すべきであるが、簡便のため短巻巻係数だけを

用いて説明する。短巻巻係数をk<sub>p</sub>とすると、k<sub>p</sub>と磁極数M、スロット数Nには下記の数7の式（関係式）が成り立つ。

【数7】 $k_p = s \cdot \ln \left( \frac{\pi}{2} \right) \times \left( \frac{M}{N} \right)$

上記の数7の式をもとに磁極数M＝2～10、スロット数＝3～11の範囲で短巻巻係数k<sub>p</sub>を計算した結果を表1の枠内上側に示す。

【表1】

スロット数N 磁極数M	3	5	7	9	11
2	k <sub>p</sub> =0.87 s=6.9	k <sub>p</sub> =0.59 s=10.15	—	—	—
4	k <sub>p</sub> =0.87 s=9.15	k <sub>p</sub> =0.95 s=15.25	k <sub>p</sub> =0.78 s=21	—	—
6	—	k <sub>p</sub> =0.95 s=20.25, 35	k <sub>p</sub> =0.97 s=28.35	k <sub>p</sub> =0.87 (不成立)	k <sub>p</sub> =0.76 s=22.24
8	—	k <sub>p</sub> =0.59 s=25.35	k <sub>p</sub> =0.97 s=35.49	k <sub>p</sub> =0.98 s=27.45	k <sub>p</sub> =0.91 s=33.55
10	—	—	k <sub>p</sub> =0.78 s=49	k <sub>p</sub> =0.98 s=36.54	k <sub>p</sub> =0.99 s=44.66

上記の表1から短巻巻係数k<sub>p</sub>は、表の対角線に近いM、Nの組合せで大きいのが分かる。なお、表1で斜線は、M/Nが整数となり、波巻条件を満たすセグメント数がない組合せを表す。また、斜線は、M/N＞2、M/N＜0.5で磁束有効利用率が悪い組合せを表す。

【0087】そして、表1から磁束有効利用率が大きい、短巻巻係数k<sub>p</sub>が0.9以上に該当するM、Nの組合せを抽出すると、(M、N)＝(4、5)、(6、5)、(6、7)、(8、7)、(8、9)、(10、9)、(10、11)となり、向れもk<sub>p</sub>≧0.95である。因みに(M、N)＝(4、5)は、第2～5実施例に該当し、k<sub>p</sub>＝0.95であり、分布巻係数k<sub>d</sub>は、概算値0.96である。これより、k<sub>p</sub>×k<sub>d</sub>＝0.91となり、磁極の90％以上の磁束を有効利用できることが分かる。（なお、k<sub>d</sub>は前記起磁カベクトルA3の大きさの計算と同じ方法によった。）

【0088】以上より、短巻巻係数k<sub>p</sub>が0.95以上に該当し、磁束有効利用率が良好なM、Nの組合せを整理すると、スロット（テース）数Nが、N＝2n＋1（n≧2）で、磁極数Mが、M＝N－1、または、M＝N＋1の場合となる。スロット（テース）数Nと磁極数Mの関係が以上の組合せの場合、電機子起磁力を有効に利用できるため、効率が向上し、例えば約3V～24Vの直流電源（バッテリー）で駆動されるブラシ付小型直流モータなどの集中巻直流電動機20または直流発電

機等の直流機を小型化する上で有利になる。なお、セグメント数sは、磁極数M、スロット（テース）数Nに対して、前述の波巻条件を満たす場合に成立可能であり、可能なセグメント数sを表1の枠内下側に示す。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】集中巻直流電動機の波巻の電機子の展開図（第1実施例）。
- 【図2】集中巻直流電動機の波巻の電機子の展開図（第1実施例）。
- 【図3】電機子の逆起電力ベクトルを示した説明図（第1実施例）。
- 【図4】集中巻直流電動機の重ね巻きの電機子の展開図（比較例）。
- 【図5】集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図（第2実施例）。
- 【図6】集中巻直流電動機の波巻の電機子の展開図（第2実施例）。
- 【図7】電機子の逆起電力ベクトルを示した説明図（第2実施例）。
- 【図8】集中巻直流電動機の電機子を示した巻線模式図（第2実施例）。
- 【図9】集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図（第3実施例）。
- 【図10】集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図（第4実施例）。

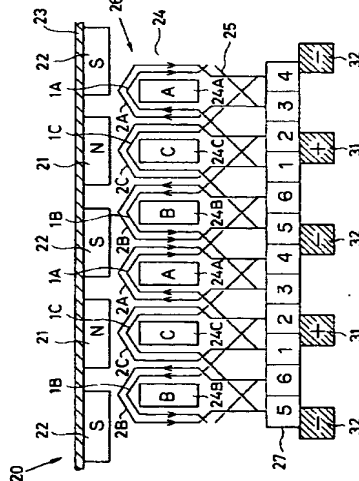
【図11】 集中巻直流電動機の全体構成を示した構成図

(第5次図例)

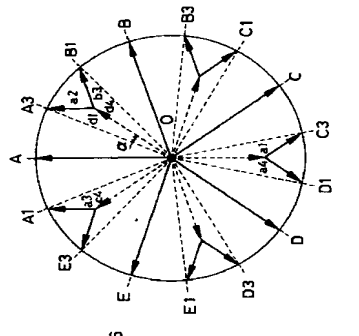
【符号の説明】

- 1 第1整流子セグメント (整流子片)
- 2 第2整流子セグメント (整流子片)
- 3 第3整流子セグメント (整流子片)
- 4 第4整流子セグメント (整流子片)
- 5 第5整流子セグメント (整流子片)
- 6 第6整流子セグメント (整流子片)
- 20 集中巻直流電動機 (直流機)
- 21 N極磁極
- 22 S極磁極
- 23ヨーク (鉄線)
- 24 電機子コア
- 25 電機子コイル
- 26 電機子
- 27 整流子
- 31 正極側ブラシ
- 32 負極側ブラシ
- 1A 電機子コイル群
- 2A 電機子コイル群
- 1B 電機子コイル群
- 2B 電機子コイル群
- 1C 電機子コイル群
- 2C 電機子コイル群
- 24A 第1ダイース
- 24B 第2ダイース
- 24C 第3ダイース

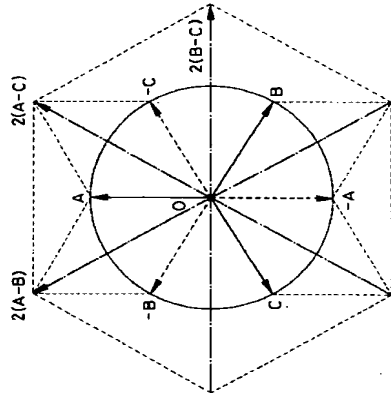
【図1】



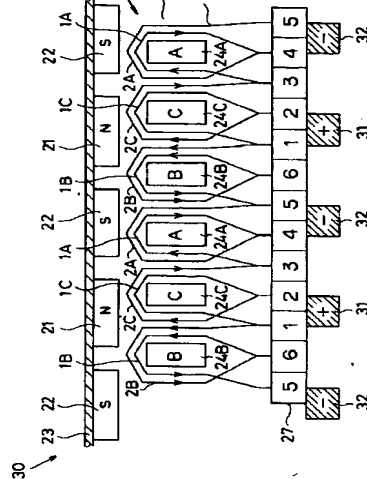
【図7】



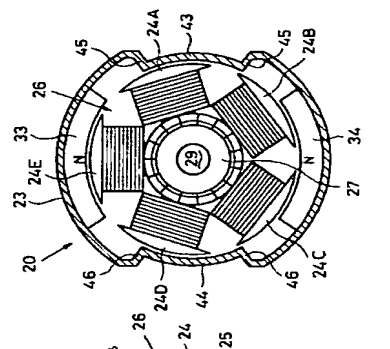
【図3】



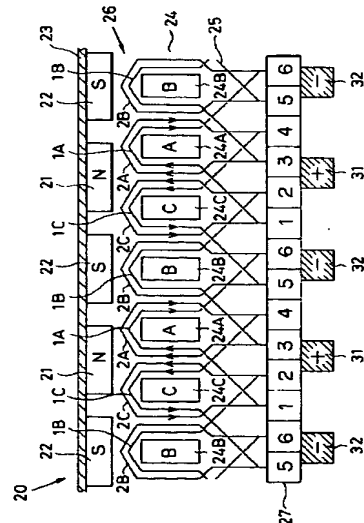
【図4】



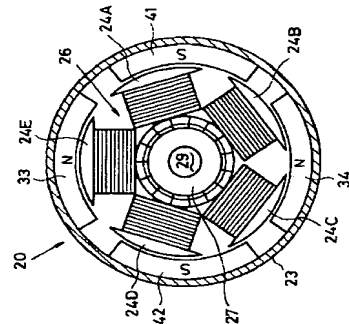
【図10】



【図2】

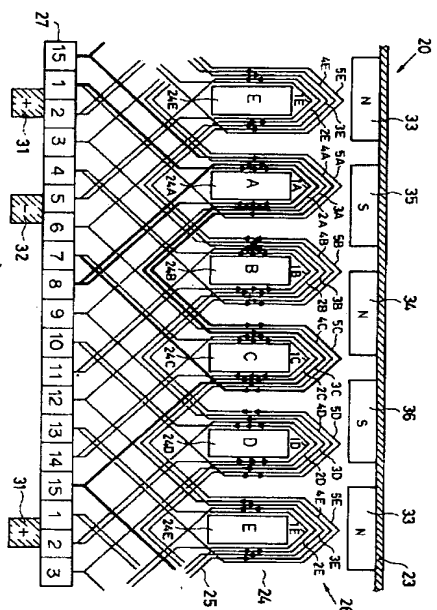


【図9】

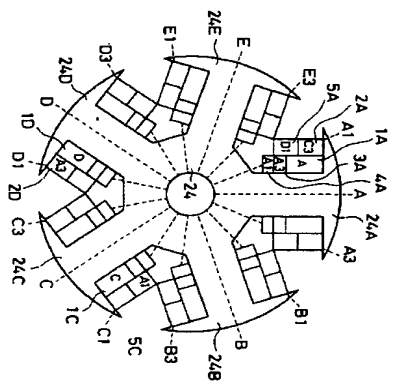




【図6】



【図8】



【図11】

